

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-49384

(P2002-49384A)

(43)公開日 平成14年2月15日(2002.2.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 1 0 L 13/00		H 0 3 M 7/36	5 J 0 6 4
H 0 3 M 7/36		G 1 0 L 9/00	M
		9/12	M

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2000-238896(P2000-238896)

(22)出願日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(72)発明者 渡辺 勉

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74)代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デジタル信号処理方法及びデジタル信号処理装置並びにプログラム格納媒体

(57)【要約】

【課題】高精度な包絡線を容易に検出し得るデジタル信号処理方法及びデジタル信号処理装置並びにプログラム格納媒体を提案する。

【解決手段】デジタル化された信号D10を所定区間毎に区切り、所定区間毎に閾値以上の最大値となるサンプリング点が存在する場合には、当該サンプリング点をそのサンプリング点が存在する区間CR1、CR2、CR'1又はCR'2内の最大値点x1、x11、x2又はx12として選択し、所定区間毎に選択された最大値点間を補間してデジタル化された信号の包絡線D11を算出することにより、高精度の包絡線の算出を図り得る。

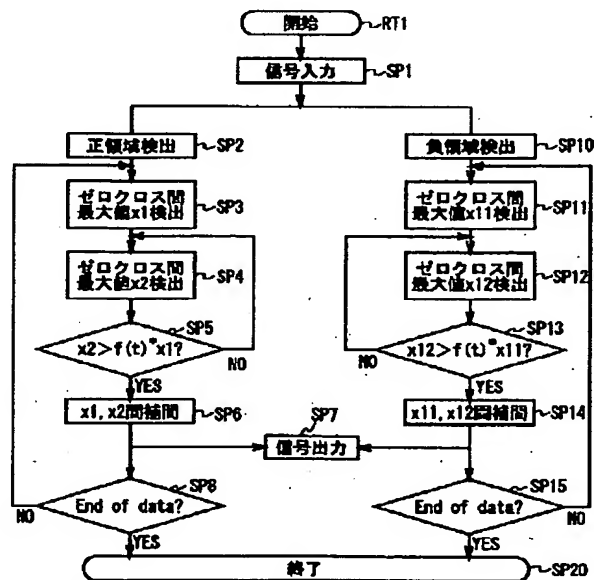


図5 包絡線算出処理手順

【特許請求の範囲】

【請求項1】デジタル化された信号を所定区間毎に区切るステップと、

上記所定区間毎に閾値以上の最大値となるサンプリング点が存在する場合には、当該サンプリング点をそのサンプリング点が存在する区間内での最大値点として選択するステップと、

上記所定区間毎に上記選択された最大値点間を補間することにより、上記デジタル化された信号の包絡線を算出するステップとを具えることを特徴とするデジタル信号処理方法。

【請求項2】上記選択するステップでは、上記デジタル化された信号のレベルがゼロレベルとなる時間位置から、当該ゼロレベルとなる時間位置の次にゼロレベルとなる時間位置までの間ごとにおこなわれることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項3】上記区切られた区間のうち、互いに隣接する第1及び第2の区間について、上記第1の区間へ続く上記第2の区間の上記閾値は、 t をサンプリング時間位置としたとき、 $f(t) = p(t_2 - t_1)$ で算出される値に上記第1の区間内での上記最大値点 x_1 を乗算することにより $f(t) \cdot x_1$ で表され、

上記選択するステップでは、上記第2の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも大きいとき、上記最大値点として選択されることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項4】上記選択するステップでは、上記互いに隣接する第1及び第2の区間について、上記第2の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも小さいとき、上記第2の区間以降の第 n の区間が順次選択対象とされ、

上記第1及び上記第 n の区間について、上記第1の区間へ続く上記第 n の区間の上記閾値は、 t をサンプリング時間位置としたとき、 $f(t) = p(t_n - t_1)$ で算出される値に上記第1の区間内での上記最大値点 x_1 を乗算することにより $f(t) \cdot x_1$ で表され、

上記選択するステップでは、上記第 n の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも大きい値が得られるまで上記第 n の区間の選択が続けられることを特徴とする請求項3に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項5】上記包絡線を算出するステップでは、多次関数を用いて補間がおこなわれることを特徴とする請求項1に記載のデジタル信号処理方法。

【請求項6】デジタル化された信号を所定区間毎に区切る切り出し手段と、

上記所定区間毎に閾値以上の最大値となるサンプリング点が存在する場合には、当該サンプリング点をそのサン

プリング点が存在する区間内での最大値点として選択する選択手段と、

上記所定区間毎に上記選択された最大値点間を補間することにより、上記デジタル化された信号の包絡線を算出する算出手段とを具えることを特徴とするデジタル信号処理装置。

【請求項7】上記選択手段は、

上記デジタル化された信号のレベルがゼロレベルとなる時間位置から、当該ゼロレベルとなる時間位置の次にゼロレベルとなる時間位置までの間ごとにおこなうことを特徴とする請求項6に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項8】上記区切られた区間のうち、互いに隣接する第1及び第2の区間について、上記第1の区間へ続く上記第2の区間の上記閾値は、 t をサンプリング時間位置としたとき、 $f(t) = p(t_2 - t_1)$ で算出される値に上記第1の区間内での上記最大値点 x_1 を乗算することにより $f(t) \cdot x_1$ で表され、

上記選択手段は、上記第2の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも大きいとき、上記最大値点として選択することを選択手段とする請求項6に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項9】上記選択手段は、

上記互いに隣接する第1及び第2の区間について、上記第2の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも小さいとき、上記第2の区間以降の第 n の区間が順次選択対象とし、

上記第1及び上記第 n の区間について、上記第1の区間へ続く上記第 n の区間の上記閾値は、 t をサンプリング時間位置としたとき、 $f(t) = p(t_n - t_1)$ で算出される値に上記第1の区間内での上記最大値点 x_1 を乗算することにより $f(t) \cdot x_1$ で表され、

上記選択手段は、上記第 n の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも大きい値が得られるまで上記第 n の区間の選択を続けることを特徴とする請求項8に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項10】上記算出手段は、

多次関数を用いて補間をおこなうことを特徴とする請求項6に記載のデジタル信号処理装置。

【請求項11】デジタル化された信号を所定区間毎に区切るステップと、

上記所定区間毎に閾値以上の最大値となるサンプリング点が存在する場合には、当該サンプリング点をそのサンプリング点が存在する区間内での最大値点として選択するステップと、

上記所定区間毎に上記選択された最大値点間を補間することにより、上記デジタル化された信号の包絡線を算出するステップと

を含むプログラムをデジタル信号処理装置に実行させるプログラム格納媒体。

【請求項12】上記選択するステップでは、上記デジタル化された信号のレベルがゼロレベルとなる時間位置から、当該ゼロレベルとなる時間位置の次にゼロレベルとなる時間位置までの間ごとにおこなわれることを特徴とする請求項11に記載のプログラム格納媒体。

【請求項13】上記区切られた区間のうち、互いに隣接する第1及び第2の区間について、上記第1の区間に続く上記第2の区間の上記閾値は、 t をサンプリング時間位置としたとき、 $f(t) = p(t_2 - t_1)$ で算出される値に上記第1の区間内での上記最大値点 x_1 を乗算することにより $f(t) \cdot x_1$ で表され、
上記選択するステップでは、
上記第2の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも大きいとき、上記最大値点として選択されることを特徴とする請求項11に記載のプログラム格納媒体。

【請求項14】上記選択するステップでは、
上記互いに隣接する第1及び第2の区間について、上記第2の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも小さいとき、上記第2の区間以降の第 n の区間が順次選択対象とされ、
上記第1及び上記第 n の区間について、上記第1の区間に続く上記第 n の区間の上記閾値は、 t をサンプリング時間位置としたとき、 $f(t) = p(t_n - t_1)$ で算出される値に上記第1の区間内での上記最大値点 x_1 を乗算することにより $f(t) \cdot x_1$ で表され、
上記選択するステップでは、
上記第 n の区間内の上記最大値が上記乗算して表された結果よりも大きい値が得られるまで上記第 n の区間の選択が続けられることを特徴とする請求項13に記載のプログラム格納媒体。

【請求項15】上記包絡線を算出するステップでは、多次関数を用いて補間がおこなわれることを特徴とする請求項11に記載のプログラム格納媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル信号処理方法及びデジタル信号処理装置並びにプログラム格納媒体に関し、例えばデジタル音声信号の包絡線を算出するデジタル信号処理方法及びデジタル信号処理装置並びにプログラム格納媒体に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、入力信号の包絡線検出方法においては、外部から入力される正負の極性があるデジタル信号それぞれの領域に対して当該振幅の各ピーク値を検出し、当該検出した各ピーク値間を補正することによ

り、包絡線を算出する方法が考えられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところがかかる構成の包絡線検出装置において、外部から入力されるデジタル信号が例えばデジタル音声信号の場合、当該デジタル音声信号は、デジタル映像信号等と比べると振幅の起伏が激しいため、この場合のピーク値は多数存在することになる。

【0004】これにより包絡線検出装置は、本来所望とするピーク値以外をも検出してしまう。従って包絡線検出装置は、図13に示すように、本来算出されるべき包絡線（図13：正領域の包絡線ENV1及び負領域の包絡線ENV2）とは到底かけ離れた包絡線（図13：正領域の包絡線ENV3及び負領域の包絡線ENV4）を算出してしまおうという問題があった。

【0005】また、包絡線検出方法としては、外部から入力されるデジタル信号に対してロウパスフィルタによってフィルタリングすること考えられるが、この場合の包絡線検出装置は、包絡線を算出する際の演算処理に一段と負担がかかるという問題、さらにはカットオフ周波数を変更し得ないため、ディレイが生じることにより、本来算出されるべき包絡線と比べると誤差が生じる包絡線を算出してしまおうという問題があった。

【0006】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、高精度の包絡線の算出を図り得るデジタル信号処理方法及びデジタル信号処理装置並びにプログラム格納媒体を提案しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、デジタル化された信号を所定区間毎に区切り、所定区間毎に閾値以上の最大値となるサンプリング点が存在する場合には、当該サンプリング点をそのサンプリング点が存在する区間内での最大値点として選択し、所定区間毎に選択された最大値点間を補間してデジタル化された信号の包絡線を算出することにより、高精度の包絡線の算出を図り得る。

【0008】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0009】図1においてオーディオ信号処理装置10は、デジタルオーディオ信号（以下これをオーディオデータと呼ぶ）のサンプリングレートを上げたり、オーディオデータを補間する際に、真値に近いオーディオデータをクラス分類適用処理によって生成するようになされている。

【0010】因みに、この実施の形態におけるオーディオデータとは、人間の声や楽器の音等を表す音楽データ、さらにはその他の種々の音を表すデータのことである。

【0011】すなわち、オーディオ信号処理装置10に

において、包絡線算出部11は入力端子 T_{in} から供給された図2(A)に示す入力オーディオデータD10を所定時間毎の領域(この実施の形態の場合、例えば6サンプル毎とする)に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、後述する包絡線算出方法によりその包絡線を算出する。

【0012】包絡線算出部11は入力オーディオデータD10のこのとき分割された時間領域の包絡線算出結果を入力オーディオデータD10の包絡線波形データD11(図2(B))としてクラス分類部14に供給する。

【0013】また、クラス分類部抽出部12は入力端子 T_{in} から供給された図2(A)に示す入力オーディオデータD10を、包絡線算出部11の場合と同様の時間領域(この実施の形態の場合例えば6サンプル)に分割することによりクラス分類しようとするオーディオ波形データD12を抽出し、これをクラス分類部14に供給する。

【0014】クラス分類部14は、クラス分類抽出部12において切り出されたオーディオ波形データD12に対応する包絡線波形データD11について、当該包絡線波形データD11を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)回路部と、包絡線波形データD11の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

$$DR = MAX - MIN + 1$$

$$Q = \{ (L - MIN + 0.5) \times 2^m / DR \} \dots (1)$$

【0019】に従って、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。なお、(1)式において{ }は小数点以下の切り捨て処理を意味する。かくして包絡線算出部1において算出された包絡線上の6つの波形データが、それぞれ例えば8ビット($m=8$)で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビット

$$class = \sum_{i=1}^n q_i (2^P)^i$$

【0022】に示す演算を実行することにより、そのブロック($q_1 \sim q_6$)が属するクラスを示すクラスコードclassを算出し、当該算出されたクラスコードclassを表すクラスコードデータD14を予測係数メモリ15に供給する。このクラスコードclassは、予測係数メモリ15から予測係数を読み出す際の読み出しアドレスを示す。因みに(2)式において、nは圧縮された包絡線波形データ q_i の数を表し、この実施の形態の場合 $n=6$ であり、またPはビット割り当てを表し、この実施の形態の場合 $P=2$ である。

【0023】このようにして、クラス分類部14はクラス分類部抽出部12において入力オーディオデータD1

*【0015】ADRC回路部は包絡線波形データD11に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

【0016】具体的には、包絡線波形上の6つの8ビットのデータ(包絡線波形データ)をクラス分類しようとする場合、 2^{16} という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部14ではその内部に設けられたADRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つの包絡線波形データに対して1ビットの量子化を実行すると、6つの包絡線波形データを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

【0017】ここで、ADRC回路部は、切り出された領域内の包絡線のダイナミックレンジをDR、ビット割り当をm、各包絡線波形データのデータレベルをL、量子化コードをQとすると、次式、

【0018】

【数1】

30ビットに圧縮される。

【0020】このようにして圧縮された包絡線波形データをそれぞれ q_n ($n=1 \sim 6$)とすると、クラス分類部14に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮された包絡線波形データ q_n に基づいて、次式、

【0021】

【数2】

$$\dots (2)$$

0から切り出されたオーディオ波形データD12に対応する包絡線波形データD11のクラスコードデータD14を生成し、これを予測係数メモリ15に供給する。

【0024】予測係数メモリ15には、各クラスコードに対応する予測係数のセットがクラスコードに対応するアドレスにそれぞれ記憶されており、クラス分類部14から供給されるクラスコードデータD14に基づいて、当該クラスコードに対応するアドレスに記憶されている予測係数のセット $W_1 \sim W_6$ が読み出され、予測演算部16に供給される。

【0025】予測演算部16は、予測演算部抽出部13において入力オーディオデータD10から時間軸領域で

切り出された予測演算しようとするオーディオ波形データ(予測タップ)D13(X₁~X_n)と、予測係数W₁~W_nに対して、次式

$$y' = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad \dots\dots (3)$$

【0027】に示す積和演算を行うことにより、予測結果y'を得る。この予測値y'が、音質が改善されたオーディオデータD16(図2(C))として予測演算部16から出力される。

【0028】なお、オーディオ信号処理装置10の構成として図1について上述した機能ブロックを示したが、この機能ブロックを構成する具体的構成として、この実施の形態においては図3に示すコンピュータ構成の装置を用いる。すなわち、図3において、オーディオ信号処理装置10は、バスBUSを介してCPU21、ROM(Read Only Memory)22、予測係数メモリ15を構成するRAM(Random Access Memory)15、及び各回路部がそれぞれ接続された構成を有し、CPU11はROM22に格納されている種々のプログラムを実行することにより、図1について上述した各機能ブロック(包絡線算出部11、クラフ分類部抽出部12、予測演算部抽出部13、クラス分類部14及び予測演算部16)として動作するようになされている。

【0029】また、オーディオ信号処理装置10にはネットワークとの間で通信を行う通信インターフェース24、フロッピディスクや光磁気ディスク等の外部記憶媒体から情報を読み出すリムーバブルドライブ28を有し、ネットワーク経由又は外部記憶媒体から図1について上述したクラス分類適用処理を行うための各プログラムをハードディスク装置25のハードディスクに読み込み、当該読み込まれたプログラムに従ってクラス分類適用処理を行うこともできる。

【0030】ユーザは、キーボードやマウス等の入力手段26を介して種々のコマンドを入力することにより、CPU21に対して図1について上述したクラス分類処理を実行させる。この場合、オーディオ信号処理装置10は入出力部27を介して音質を向上させようとするオーディオデータ(入力オーディオデータ)D10を入力し、当該入力オーディオデータD10に対してクラス分類適用処理を施した後、音質が向上したオーディオデータD16を入出力部27を介して外部に出力し得るようになされている。

【0031】因みに、図4はオーディオ信号処理装置10におけるクラス分類適用処理の処理手順を示し、オーディオ信号処理装置10はステップSP101から当該処理手順に入ると、続くステップSP102において入力オーディオデータD10の包絡線を包絡線算出部11において算出する。

【0032】この算出された包絡線は入力オーディオデータD10の特徴を表すものであり、オーディオ信号処理装置10は、ステップSP103に移ってクラス分類

*【0026】

【数3】

10

20

30

40

50

部14により包絡線に基づいてクラスを分類する。そしてオーディオ信号処理装置10はクラス分類の結果得られたクラスコードを用いて予測係数メモリ15から予測係数を読み出す。この予測係数は予め学習によりクラス毎に対応して格納されており、オーディオ信号処理装置10はクラスコードに対応した予測係数を読み出すことにより、このときの包絡線の特徴に合致した予測係数を用いることができる。

【0033】予測係数メモリ15から読み出された予測係数は、ステップSP104において予測演算部16の予測演算に用いられる。これにより、入力オーディオデータD10はその包絡線の特徴に適応した予測演算により、所望とするオーディオデータD16に変換される。かくして入力オーディオデータD10はその音質が改善されたオーディオデータD16に変換され、オーディオ信号処理装置10はステップSP105に移って当該処理手順を終了する。

【0034】次に、オーディオ信号処理装置10の包絡線算出部11における入力オーディオデータD10の包絡線の算出方法について説明する。

【0035】すなわち、図5に示すように、包絡線算出部11(図1)は包絡線算出処理手順RT1に入ると、ステップSP1において外部から入力されてくる正負の極性がある入力オーディオデータD10を通信インターフェース27を介して入力し、続くステップSP2及びSP10に移る。

【0036】ステップSP2において包絡線算出部11は、図6に示すように、外部から入力されてくる正負の極性がある入力オーディオデータD10のうち、正領域AR1の信号成分のみを検出及び保持し、負領域AR2の信号成分をゼロレベルとし、ステップSP3に移る。

【0037】ここでゼロレベルとは、デジタル化された信号(入力オーディオデータD10)の音圧レベルがゼロレベル、つまり無音となっている部分を表している。

【0038】ステップSP3において包絡線算出部11は、図7に示すように、正領域AR1の入力オーディオデータD10の振幅がゼロレベルと重なるサンプリング時間位置DO1からその次に振幅がゼロレベルと重なるサンプリング時間位置DO2までの間(以下、これをゼロクロス間と呼ぶ)CR1での振幅の最大値x1を検出し、当該最大値x1が予め包絡線検出プログラムにて設定されている閾値よりも高い値であるか否かを判断する。

【0039】因みに、包絡線検出プログラムで予め設定される閾値は、ゼロクロス間の振幅の最大値x1を包絡

線の候補値（サンプリング点）とするか否かを決定づける所定の値となっており、結果としてなめらかな包絡線を検出し得るような値に設定しておき、このときの判断対象であるゼロクロス間CR1の振幅の最大値x1が当該閾値よりも高い値となる場合にはステップSP4に移る。また、このときの判断対象であるゼロクロス間の振幅の最大値が閾値よりも低い値となる場合、包絡線算出部11は、当該閾値よりも高い値となる最大値x1（候補値（サンプリング点））が存在するゼロクロス間CR1を検出するまで続ける。

【0040】ステップSP4において包絡線算出部11は、候補値（サンプリング点）とされた最大値x1が存在するゼロクロス間CR1の次のゼロクロス間CR2の最大値x2を検出（図7）し、ステップSP5に移る。

【0041】ステップSP5において包絡線算出部11は、ステップSP3及びSP4において得られた各最大値x1及びx2に対して $f(t)=p(t_2-t_1)$ で表される関数によって算出された値に最大値x1を乗じた値が当該最大値x2よりも高い値であるか否かを判断する。

【0042】因みに、関数 $f(t)$ において、「 t_2 」及び「 t_1 」は、各最大値x1及びx2が検出されたサンプリング時間位置を表しており、例えばこのとき入力される信号（入力オーディオデータD10）がサンプリング周波数8kHz、量子化16bitと想定した場合、ゼロクロス間のサンプル数は5～20サンプルとなる場合が多いため、「 t_2 」及び「 t_1 」においても5～20サンプルとなる。また、「p」は任意に設定し得るパラメータであり、例えばこのとき入力される信号（入力オーディオデータD10）がサンプリング周波数8kHz、量子化16bitと想定した場合、 $p=-90$ などとされる。

【0043】さらに関数 $f(t)=p(t_2-t_1)$ で表される値に最大値x1を乗じた値は、最大値x1及びx2間の傾きを表すようになされており、当該関数 $f(t)=p(t_2-t_1)$ で表される値に最大値x1を乗じた値よりも最大値x2の値のほうが大きい場合には、最大値x1と最大値x2との振幅差が少ないことにより、結果としてなめらかな包絡線を検出し得る。従って、このときの判断対象である最大値x2が当該関数によって表される値に最大値x1を乗じた値よりも高い値となる場合にはステップSP5において肯定結果を得、続くステップSP6に移る。

【0044】これに対して最大値x2が当該関数によって表される値に最大値x1を乗じた値よりも低い値となる場合には、ステップSP4において、関数によって表される値に最大値x1を乗じた値よりも高い値である最大値x2（図7）が検出されるまでゼロクロス間（CR3・・・CRn）の振幅の最大値x2（図7）を検出す

るようになされており、このとき再度検出して得られた最大値x2と、ステップSP3において得られた最大値x1とに対して、 $f(t)=p(t_2-t_1)$ で表される関数によって算出された値に最大値x1を乗じた値が再度検出して得られた最大値x2よりも高い値であると判断されるまで最大値x2の検出を繰り返す。

【0045】ステップSP6において包絡線算出部11は、包絡線の候補値（サンプリング点）とされた最大値x1及び最大値x2間のデータに対して線形一次補間方法を用いて補間処理を施し、続くステップSP7及びSP8に移る。

【0046】ステップSP7において包絡線算出部11は、補間処理を施した最大値x1及び最大値x2間のデータ及び候補値（サンプリング点）を包絡線データD11（図1）として、クラス分類部14（図1）に出力する。

【0047】また、ステップSP8において包絡線算出部11は、外部から入力されてくる入力オーディオデータD10が全て入力されたか否かを判断する。ここで否定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10が続いて入力されていることを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP3に戻って、入力オーディオデータD10の正領域AR1からゼロクロス間CR1の振幅の最大値x1を再び検出する。

【0048】これに対して、ステップSP8において肯定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10を全て入力し終わったことを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP20に移って包絡線算出処理手順RT1を終了する。

【0049】一方、ステップSP10において包絡線算出部11は、外部から入力される正負の極性がある入力オーディオデータD10のうち、負領域AR2（図6）の信号成分のみを検出及び保持し、正領域AR1（図6）の信号成分をゼロレベルとし、ステップSP11に移る。

【0050】ステップSP11において包絡線算出部11は、図8に示すように、負領域AR2のゼロクロス間CR11の振幅の最大値x11を検出し、ステップSP3と同様に最大値x11が予め包絡線検出プログラムにて設定されている閾値よりも負方向に高い値であるか否かを判断する。ここで肯定結果が得られた（すなわち、閾値よりも負方向に高い値である）場合には、ステップSP12に移り、否定結果が得られた（すなわち、閾値よりも負方向に低い値である）場合には、閾値よりも負方向に高い値となる最大値y11が検出されるまでステップSP11の検出処理を続ける。

【0051】ステップSP12において包絡線算出部11は、候補値（サンプリング点）とされた最大値x11が含まれるゼロクロス間CR'1の次のゼロクロス間CR'2の振幅の最大値x12を検出（図8）し、ステッ

ブSP13に移る。

【0052】ステップSP13において包絡線算出部11は、ステップSP5と同様にステップSP11及びSP12において得られた各最大値 x_{11} 及び x_{12} に対して $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値が最大値 x_{12} よりも負の方向に高い値であるか否かを判断する。因みに、「 p 」は任意に設定し得るパラメータであり、例えばこのとき入力される入力オーディオデータD10がサンプリング周波数8kHz、量子化16bitと想定した場合、 $p=90$ などとされる。

【0053】包絡線算出部11は、ステップSP13において、肯定結果が得られた（すなわち、 $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値が最大値 x_{12} よりも負の方向に高い値である）場合には、ステップSP14に移り、否定結果が得られた（すなわち、 $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値が最大値 x_{12} よりも負の方向に低い値である）場合には、ステップSP12において、 $f(t)=p(t_{12}-t_{11})$ で表される関数によって算出された値に最大値 x_{11} を乗じた値よりも負の方向に高い値である最大値 x_{12} （図8）が検出されるまでゼロクロス間（ $CR'_3 \cdots CR'_n$ ）の振幅の最大値 x_{12} （図8）を検出する。

【0054】ステップSP14において包絡線算出部11は、包絡線の候補値（サンプリング点）とされた最大値 x_{11} 及び最大値 x_{12} 間のデータに対して線形一次補間方法を用いて補間処理を施し、続くステップSP7及びSP15に移る。

【0055】ステップSP7において包絡線算出部11は、補間処理を施した最大値 x_{11} 及び最大値 x_{12} 間のデータ及び候補値（サンプリング点）を包絡線データD11（図1）として、クラス分類部14（図1）に出力する。

【0056】また、ステップSP15において包絡線算出部11は、外部から入力されてくる入力オーディオデータD10が全て入力されたか否かを判断する。ここで否定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10が続いて入力されていることを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP11に戻って、入力オーディオデータD10の負領域AR2からゼロクロス間の振幅の最大値 x_{11} を再び検出する。

【0057】これに対して、ステップSP15において肯定結果が得られると、このことは入力オーディオデータD10を全て入力し終わったことを表しており、このとき包絡線算出部11は、ステップSP20に移って包絡線算出処理手順RT1を終了する。

【0058】このように、包絡線算出部11は簡単な包絡線算出アルゴリズムによって、結果として正領域AR

1では図9に示すような、なめらかな包絡線ENV5、及び負領域AR2では図10に示すような、なめらかな包絡線ENV6を生成させ得る包絡線データ（候補値（サンプリング点）と、補間処理を行った候補値間のデータ）をリアルタイムに算出することができる。

【0059】次に、図1について上述した予測係数メモリ15に記憶するクラス毎の予測係数のセットを予め学習によって得るための学習回路について説明する。

【0060】図11において、学習回路30は、高音質の教師オーディオデータD30を生徒信号生成フィルタ37に受ける。生徒信号生成フィルタ37は、間引き率設定信号D39により設定された間引き率で教師オーディオデータD30を所定時間ごとに所定サンプル間引くようになされている。

【0061】この場合、生徒信号生成フィルタ37における間引き率によって、生成される予測係数が異なり、これに応じて上述のオーディオ信号処理装置10で再現されるオーディオデータも異なる。例えば、上述のオーディオ信号処理装置10においてサンプリング周波数を高くすることでオーディオデータの音質を向上しようとする場合、生徒信号生成フィルタ37ではサンプリング周波数を減らす間引き処理を行う。また、これに対して上述のオーディオ信号処理装置10において入力オーディオデータD10の欠落したデータサンプルを補うことで音質の向上を図る場合には、これに応じて、生徒信号生成フィルタ37ではデータサンプルを欠落させる間引き処理を行うようになされている。

【0062】かくして、生徒信号生成フィルタ37は教師オーディオデータ30から所定の間引き処理により生徒オーディオデータD37を生成し、これを包絡線算出部31、クラス分類部抽出部32及び予測演算部抽出部33にそれぞれ供給する。

【0063】包絡線算出部31は生徒信号生成フィルタ37から供給された生徒オーディオデータD37を所定時間毎の領域（この実施の形態の場合、例えば6サンプル毎とする）に分割した後、当該分割された各時間領域の波形について、図5について上述した包絡線算出方法によりその包絡線を算出する。

【0064】包絡線算出部31は生徒オーディオデータD37のこのとき分割された時間領域の包絡線算出結果を生徒オーディオデータD37の包絡線波形データD31としてクラス分類部34に供給する。

【0065】また、クラス分類部抽出部32は生徒信号生成フィルタ37から供給された生徒オーディオデータD37を、包絡線算出部31の場合と同様の時間領域（この実施の形態の場合例えば6サンプル）に分割することによりクラス分類しようとするオーディオ波形データD32を抽出し、これをクラス分類部34に供給する。

【0066】クラス分類部34は、クラス分類抽出部3

10

20

30

40

50

2において切り出されたオーディオ波形データD32に対応する包絡線波形データD31について、当該包絡線波形データD31を圧縮して圧縮データパターンを生成するADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)回路部と、包絡線波形データD31の属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路部とを有する。

【0067】ADRC回路部は包絡線波形データD31に対して、例えば8ビットから2ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成する。このADRC回路部は、適応的量子化を行うものであり、ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現することができるので、信号パターンのクラス分類のコード発生用に用いられる。

【0068】具体的には、包絡線波形上の6つの8ビットのデータ(包絡線波形データ)をクラス分類しようとする場合、 2^{**} という膨大な数のクラスに分類しなければならず、回路上の負担が多くなる。そこで、この実施の形態のクラス分類部34ではその内部に設けられたADRC回路部で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行う。例えば6つの包絡線波形データに対して1ビットの量子化を実行すると、6つの包絡線波形データを6ビットで表すことができ、 $2^6 = 64$ クラスに分類することができる。

【0069】ここで、ADRC回路部は、切り出された領域内の包絡線のダイナミックレンジをDR、ビット割り当をm、各包絡線波形データのデータレベルをL、量子化コードをQとして、上述の(1)式と同様の演算により、領域内の最大値MAXと最小値MINとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。かくして包絡線算出部1において算出された包絡線上の6つの波形データが、それぞれ例えば8ビット($m=8$)で構成されているとすると、これらはADRC回路部においてそれぞれが2ビットに圧縮される。

【0070】このようにして圧縮された包絡線波形データをそれぞれ q_n ($n=1\sim6$)とすると、クラス分類部34に設けられたクラスコード発生回路部は、圧縮さ*

$$y = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad \dots (4)$$

【0075】とする。学習前は、 W_n が未定係数である。

【0076】学習回路30では、クラスコード毎に、複数のオーディオデータに対して学習を行う。データサン*

$$y_k = w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn} \quad \dots (5)$$

【0078】が設定される。但し $k=1, 2, \dots, M$ である。

【0079】 $M>n$ の場合、予測係数 w_1, \dots, w_n は一意的に決まらないので、誤差ベクトル e の要素を次

$$e_k = y_k - \{w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn}\} \quad \dots (6)$$

【0081】によって定義し(但し、 $k=1, 2, \dots, M$)、次式、

*れた包絡線波形データ q_n に基づいて、上述の(2)式と同様の演算を実行することにより、そのブロック($q_1 \sim q_n$)が属するクラスを示すクラスコードclassを算出し、当該算出されたクラスコードclassを表すクラスコードデータD34を予測係数算出部36に供給する。因みに(2)式において、 n は圧縮された包絡線波形データ q_n の数を表し、この実施の形態の場合 $n=6$ であり、また P はビット割り当てを表し、この実施の形態の場合 $P=2$ である。

【0071】このようにして、クラス分類部34はクラス分類部抽出部32において切り出されたオーディオ波形データD32に対応する包絡線波形データD31のクラスコードデータD34を生成し、これを予測係数算出部36に供給する。また、予測係数算出部36には、クラスコードデータD34に対応した時間軸領域のオーディオ波形データD33(x_1, x_2, \dots, x_n)が予測演算部抽出部33において切り出されて供給される。

【0072】予測係数算出部36は、クラス分類部34から供給されたクラスコードclassと、各クラスコードclass毎に切り出されたオーディオ波形データD33と、入力端 T_{in} から供給された高音質の教師オーディオデータD30を用いて、正規方程式を立てる。

【0073】すなわち、生徒オーディオデータD37の n サンプルのレベルをそれぞれ x_1, x_2, \dots, x_n として、それぞれに p ビットのADRCを行った結果の量子化データを q_1, \dots, q_n とする。このとき、この領域のクラスコードclassを上述の(2)式のように定義する。そして、上述のように生徒オーディオデータD37のレベルをそれぞれ、 x_1, x_2, \dots, x_n とし、高音質の教師オーディオデータD30のレベルを y としたとき、クラスコード毎に、予測係数 w_1, w_2, \dots, w_n による n タップの線形推定式を設定する。これを次式、

【0074】

【数4】

※ブル数が M の場合、上述の(4)式に従って、次式、

【0077】

【数5】

★式、

【0080】

【数6】

【0082】

【数7】

$$e^2 = \sum_{k=0}^{15} e^2_k$$

..... (7)

【0083】を最小にする予測係数を求める。いわゆる、最小自乗法による解法である。

*を求める。この場合、次式、

【0085】

【0084】ここで、(7)式による w_n の偏微分係数*

【数8】

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^M 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=0}^M 2 x_{ki} \cdot e_k$$

$$= \sum_{k=0}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad \dots\dots (8)$$

【0086】を「0」にするように、各 w_n ($n=1 \sim 6$)を求めれば良い。

※【0088】

【数9】

【0087】そして、次式、

※

$$X_{ij} = \sum_{p=0}^N x_{pi} \cdot x_{pj}$$

..... (9)

【0089】

★ ★【数10】

$$Y_i = \sum_{k=0}^M x_{ki} \cdot y_k$$

..... (10)

【0090】のように、 X_{ij} 、 Y_i を定義すると、

☆【0091】

(8)式は行列を用いて次式、

☆ 【数11】

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \dots\dots (11)$$

【0092】として表される。

【0093】この方程式は、一般に正規方程式と呼ばれている。なお、ここでは $n=6$ である。

【0094】全ての学習用データ(教師オーディオデータD30、クラスコードclass、オーディオ波形データD33)の入力が完了した後、予測係数算出部36は各クラスコードclassに上述の(11)式に示した正規方程式を立てて、この正規方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、各 w_n について解き、各クラスコード毎に、予測係数を算出する。予測係数算出部36は、算出された各予測係数(D36)を予測係数メモリ15に書き込む。

【0095】このような学習を行った結果、予測係数メモリ15には、量子化データ q_1 、.....、 q_6 で規定されるパターン毎に、高音質のオーディオデータ y を推定するための予測係数が、各クラスコード毎に格納される。この予測係数メモリ15は、図1について上述したオーディオ信号処理装置10において用いられる。かかる処理により、線形推定式に従って通常のオーディオデータから高音質のオーディオデータを作成するための予測係数の学習が終了する。

30 【0096】このように、学習回路30は、オーディオ信号処理装置10において補間処理を行う程度を考慮して、生徒信号生成フィルタ37で高音質の教師オーディオデータの間引き処理を行うことにより、オーディオ信号処理装置10における補間処理のための予測係数を生成することができる。

【0097】以上の構成において、包絡線算出部11は、入力デジタル信号(入力オーディオデータD10)を所定間隔(ゼロクロス間)毎に区切り、当該所定間隔(ゼロクロス間)毎に区切った入力デジタル信号(入力オーディオデータD10)における振幅の最大値のうち、閾値よりも高い値となる最大値(サンプリング点: $x1$ 、 $x11$)を検出する。

【0098】また、包絡線算出部11は、検出した最大値 $x1$ ($x11$)が含まれるゼロクロス間以降のゼロクロス間から最大値 $x2$ ($x12$)を検出するようになされており、このとき検出した最大値 $x2$ ($x12$)は、 $f(t)=p(t_2-t_1)$ ($f(t)=p(t_{12}-t_{11})$)で表される関数によって算出された値に最大値 $x1$ ($x11$)を乗じた値よりも高い値となっている。

50 【0099】このように、包絡線算出部11は、閾値よ

りも高い値となる最大値 x_1 (x_{11})をサンプリング点とすると共に、 $f(t)=p(t_1-t_1)$ ($f(t)=p(t_{11}-t_{11})$)で表される関数によって算出された値に最大値 x_1 (x_{11})を乗じた値よりも高い値となる最大値 x_2 (x_{12})をサンプリング点とすることにより、なめらかな包絡線を生成するうえで必要としないゼロクロス間の最大値(すなわち、振幅の小さい最大値)を除外して検出することとなり、これを包絡線データとして外部(クラス分類部14)に出力する。

【0100】さらに包絡線算出部11は、このとき検出されたなめらかな包絡線を生成するうえで必要とされたサンプリング点 x_1 (x_{11})及び x_2 (x_{12})間のデータに対して補間処理を行うようになされており、当該補間処理を行うことにより生成されたサンプリング点 x_1 (x_{11})及び x_2 (x_{12})間のデータを包絡線データとして外部(クラス分類部14)に出力する。

【0101】このように包絡線算出部11は簡単な包絡線算出アルゴリズムによって、入力されるデジタル信号が振幅の変化の激しい信号であった場合においても、高精度の包絡線を生成させ得る各データ(候補値(サンプリング点)と、補間処理を行った候補値間のデータ)とを包絡線データとしてリアルタイムに出力することができ、かくして、高精度の包絡線の算出を図ることができる。

【0102】以上の構成によれば、なめらかな包絡線を生成するうえで必要としないゼロクロス間の最大値(すなわち、振幅の小さい最大値)を除外して検出すると共に、当該検出した最大値間のデータに対して補間処理を行うようにしたことにより、高精度の包絡線の算出を図ることができる。

【0103】なお上述の実施の形態においては、検出したゼロクロス間CR1の最大値 x_1 とゼロクロス間CR1以降のゼロクロス間CR2の最大値 x_2 とを検出したとき(すなわち、サンプリング点を2つ検出したとき)、最大値 x_1 及び x_2 巻のデータに対して線形一次補間方法を用いて補間処理を施す場合について述べたが、本発明はこれに限らず、入力されたデジタル信号全ての各ゼロクロス間の各最大値(サンプリング点)を検出した後、当該検出した各サンプリング点間のデータに対して補間処理を施すようにしても良い。

【0104】この場合、入力されたデジタル信号全ての各候補値(サンプリング点)を記憶させる所定の保持メモリを包絡線算出部内に設ける、又はオーディオ信号処理装置内のハードディスクドライブに保持メモリ領域を設ける。これにより包絡線算出部は、入力されたデジタル信号全ての各候補値(サンプリング点)を検出した後、当該保持メモリ(ハードディスクドライブ)に記憶された各候補値(サンプリング点)を読み出すことにより、線形一次補間方法のみでなく、例えばラグランジュ補間方法やスプライン補間方法等の多次元関数を用い

た方法を用いて補間処理を施すことができる。

【0105】すなわち、図5との対応部分に同一符号を付して示す図12において、包絡線算出部は、ステップSP3及びSP5で正領域AR1(図3)の信号成分から検出された各候補値(サンプリング点: x_1 , x_2)をステップSP21にて所定の保持メモリに記憶し、ステップSP22に移る。

【0106】ステップSP22において包絡線算出部は、入力されたデジタル信号が終わりか否かを判断し、ここで否定結果が得られると、包絡線算出部11は再度ステップSP3に戻って、入力されてくるデジタル信号の各候補値(サンプリング点)を検出し、これをステップSP21にて所定の保持メモリに記憶させる処理を繰り返す。

【0107】ステップSP22において肯定結果が得られると、包絡線算出部はステップSP23において、保持メモリに記憶した(ステップSP21)各候補値(サンプリング点)を読み出すことにより、線形一次補間方法、又は多次元関数を用いた方法を用いて補間処理を施すことにより包絡線を検出し、続くステップSP27に移る。

【0108】一方、包絡線算出部は、ステップSP11及びSP12で負領域AR2(図3)の信号成分から検出された各候補値(サンプリング点: x_{11} , x_{12})をステップSP24にて所定の保持メモリに記憶し、ステップSP25に移る。

【0109】ステップSP25において包絡線算出部は、入力されたデジタル信号が終わりか否かを判断し、ここで否定結果が得られると、包絡線算出部は再度ステップSP11に戻って、入力されてくる信号(デジタル音声信号)の各候補値(サンプリング点)を検出し、これをステップSP24にて所定の保持メモリに記憶させる処理を繰り返す。

【0110】ステップSP25において肯定結果が得られると、包絡線算出部はステップSP26において、保持メモリに記憶した(ステップSP24)各候補値(サンプリング点)を読み出すことにより、線形一次補間方法、又は多次元関数を用いた方法を用いて補間処理を施すことにより包絡線を検出し、続くステップSP27に移る。

【0111】ステップSP27において包絡線算出部は、正負それぞれ検出したなめらかな包絡線を外部に出力し、続くステップSP28に移って包絡線検出処理手順RT1を終了する。

【0112】このように、各候補値(サンプリング点)を記憶させる所定の保持メモリを包絡線算出部内に設ける(又はオーディオ信号処理装置内のハードディスクドライブに保持メモリ領域を設ける)ようにし、入力されたデジタル信号全ての各ゼロクロス間の各最大値からサンプリング点とする各最大値を検出した後、検出し

た各最大値（サンプリング点）間のデータに対して補間処理を施すようにすれば、線形一次補間方法のみでなく、例えばラグランジュ補間方法やスプライン補間方法等の多次元関数を用いた方法を用いて補間処理を施すことができ、かくして一段と精度の高い補間処理を施すことができる。

【0113】また上述の実施の形態においては、線形一次補間方法を用いて補間処理を施す場合について述べたが、本発明はこれに限らず、予め種々の候補値（サンプリング点）をサンプルデータとして、所定の保持メモリに記憶させておき、当該記憶させたサンプルデータに基づいて、例えばラグランジュの補間方法やスプライン補間方法等、多次元関数を用いた方法によって補間処理を施すようにしても良い。

【0114】この場合、予め種々の候補値（サンプリング点）をサンプルデータとして記憶された所定の保持メモリを包絡線算出部に設ける、又はオーディオ信号処理装置内のハードディスクドライブに保持メモリ領域を設ける。これにより包絡線算出部は、図5で上述したステップSP6又はステップSP14において、保持メモリに記憶された各種サンプルデータを読み出し、当該読み出した各種サンプルデータと、このときの候補値（サンプリング点）である最大値 x_1 及び x_2 とによって、多次元関数を用いた方法を用いて補間処理を施すことができる。

【0115】このように、予め種々の候補値（サンプリング点）をサンプルデータとして記憶された所定の保持メモリを包絡線算出部に設ける（又はオーディオ信号処理装置内のハードディスクドライブに保持メモリ領域を設ける）ようにすれば、多次元関数を用いた方法で補間処理を施すことができ、かくして一段と精度の高い補間処理を施すことができる。

【0116】さらに上述の実施の形態においては、入力オーディオデータ（デジタル音声信号）から包絡線を検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばデジタル映像信号や、スペクトラム拡散にて検出されるスペクトラムから包絡線を検出する等、他の種々のデジタル信号から包絡線を検出する際に本発明を適用することができる。

【0117】さらに上述の実施の形態においては、包絡線算出部11をオーディオ信号処理装置10内に設ける場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば、パーソナルコンピュータ等の装置内に包絡線検出部を設けるようにしても良い。要は、大局的な変化を算出する（すなわち、包絡線を算出する）過程を利用する種々のデジタル信号処理装置に適用し得る。

【0118】さらに上述の実施の形態においては、プログラムによって包絡線算出部11が包絡線算出処理手順

を実行する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ハードウェア構成によってこれらの機能を実現して種々のデジタル信号処理装置内に設けたり、又は各機能を実現するプログラムを格納したプログラム格納媒体（フロッピーディスク、光ディスク等）からこれらのプログラムを種々のデジタル信号装置にロードして各機能部を実現するようにしても良い。

【0119】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、デジタル化された信号を所定区間毎に区切り、所定区間毎に閾値以上の最大値となるサンプリング点が存在する場合には、当該サンプリング点をそのサンプリング点が存在する区間内での最大値点として選択し、所定区間毎に選択された最大値点間を補間してデジタル化された信号の包絡線を算出することにより、高精度の包絡線の算出を図り得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】オーディオ信号処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】包絡線を用いたクラス分類適応処理の説明に供する信号波形図である。

【図3】オーディオ信号処理装置の構成を示すブロック図である。

【図4】クラス分類適応処理手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明による包絡線算出処理手順を示すフローチャートである。

【図6】入力データ例を示す略線図である。

【図7】正領域における候補値検出の説明に供する略線図である。

【図8】負領域における候補値検出の説明に供する略線図である。

【図9】正領域において結果として生成される包絡線例を示す略線図である。

【図10】負領域において結果として検出される包絡線例を示す略線図である。

【図11】学習回路の構成を示すブロック図である。

【図12】他の実施の形態による包絡線算出処理手順を示すフローチャートである。

【図13】従来の包絡線算出装置による包絡線算出例を示す略線図である。

【符号の説明】

10……オーディオ信号処理装置、15……RAM、21……CPU、22……ROM、24……通信インターフェイス、25……ハードディスクドライブ、26……入力手段、27……データ入出力部、28……リムーバブルドライブ。

【図1】

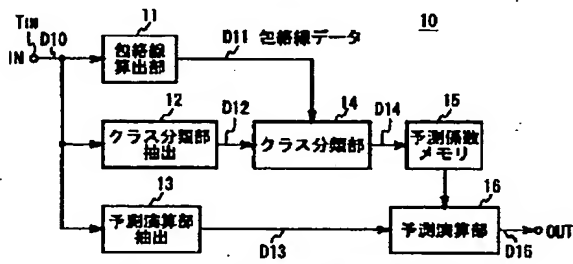


図1 オーディオ信号処理装置の構成

【図2】

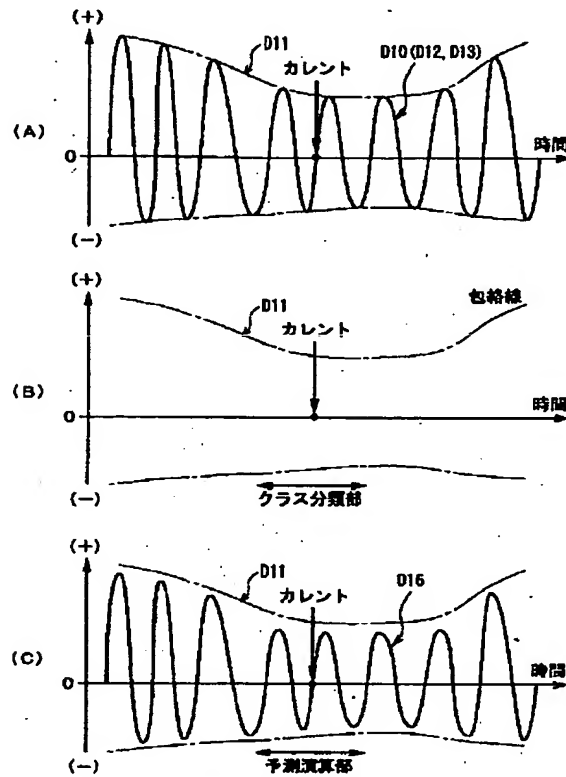


図2 包絡線を用いたクラス分類適応処理

【図3】

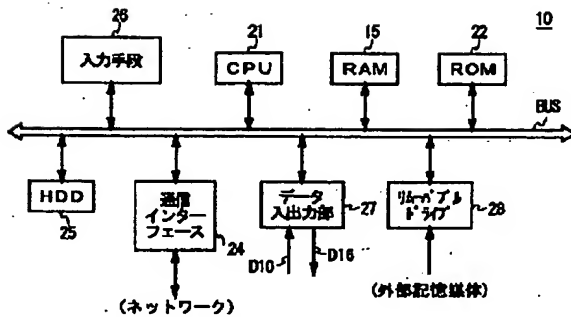


図3 オーディオ信号処理装置

【図4】

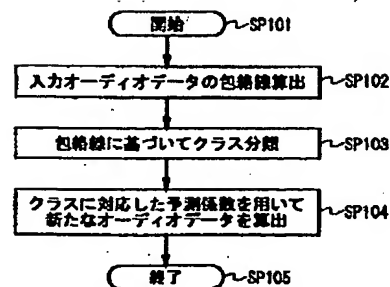


図4 オーディオデータの変換処理手順

【図5】

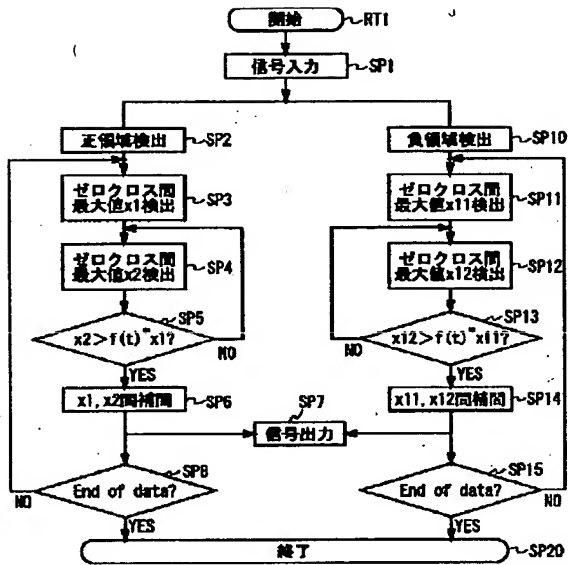


図5 包絡線算出処理手順

【図7】

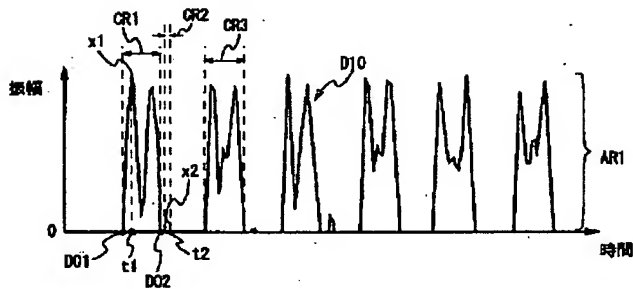


図7 正領域における候補値の検出

【図10】

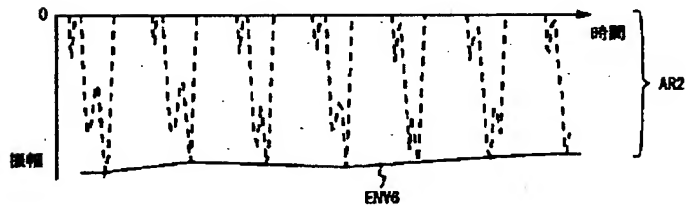


図10 負領域において結果として生成される包絡線例

【図6】

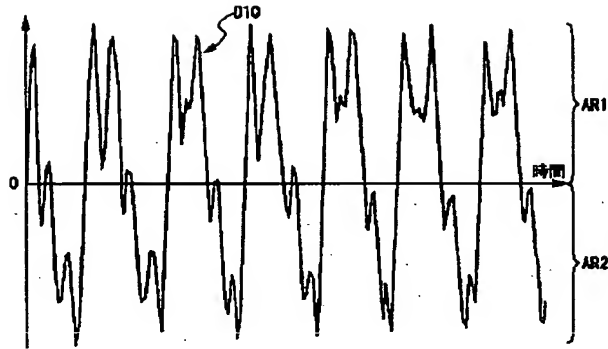


図6 入力データ例

【図11】

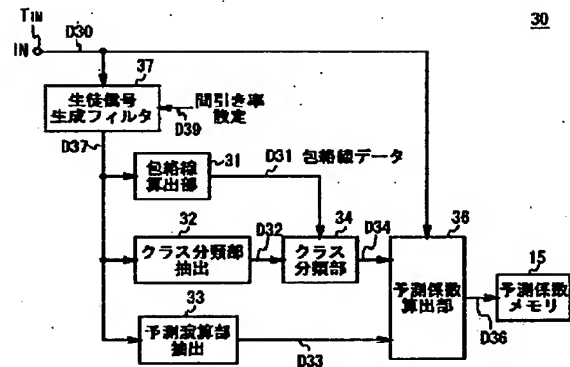


図11 学習回路の構成

【図8】

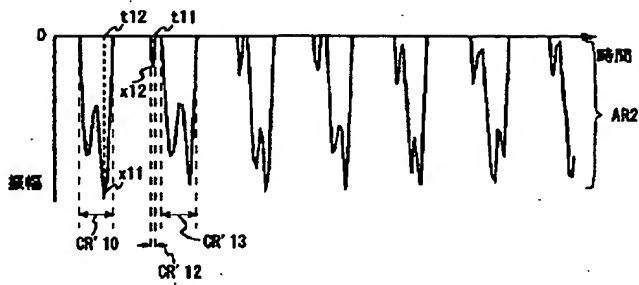


図8 負領域における候補値の検出

【図9】

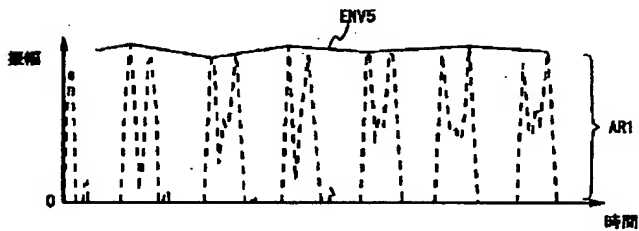


図9 正領域において結果として生成される包絡線例

【図13】

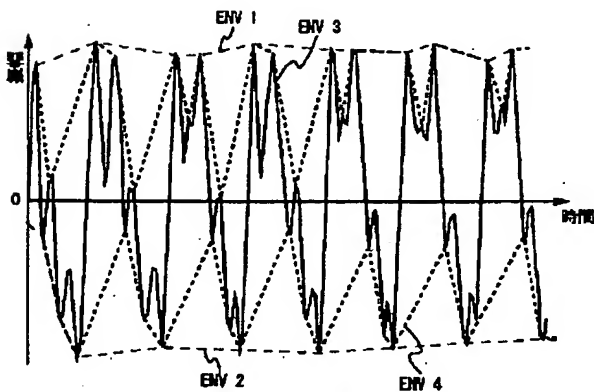


図13 従来例

【図12】

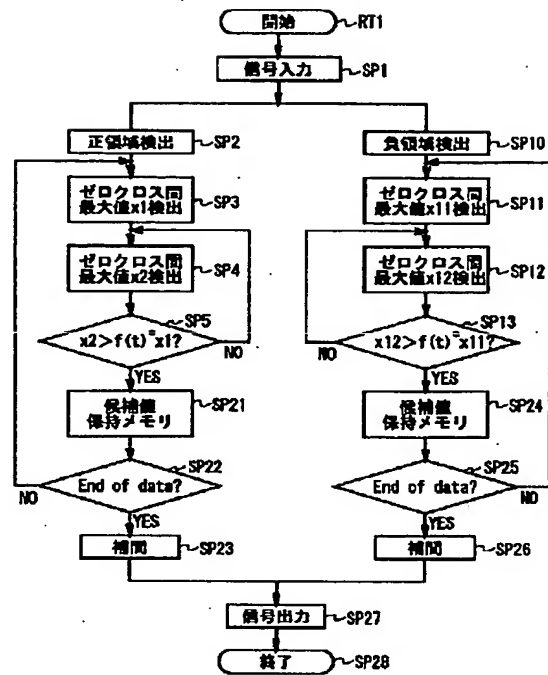


図12 包絡線算出処理手順

フロントページの続き

(72)発明者 服部 正明
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

(72)発明者 木村 裕人
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

Fターム(参考) 5J064 AA01 BA01 BB03 BB04 BC01
BC21 BC26 BD03

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-049384

(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl.

G10L 13/00
H03M 7/36

(21)Application number : 2000-238896

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 02.08.2000

(72)Inventor : KONDO TETSUJIRO
WATANABE TSUTOMU
HATTORI MASAOKI
KIMURA HIROTO

(54) DEVICE AND METHOD FOR DIGITAL SIGNAL PROCESSING, AND PROGRAM STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a device for digital signal processing in which a highly precise envelope is easily detected and a program storage medium.

SOLUTION: Digital signals D10 are divided for every prescribed segment. When sampling points that have maximum values equal to or greater than a threshold value exist in every prescribed segment, the points are selected as maximum value points x_1 , x_{11} , x_2 or x_{12} within segments CR1, CR2, CR'1 or CR'2 where the sampling points exist. Then, a highly precise envelope D11 of the digitized signals is computed by interpolating between the selected maximum value points for every prescribed segment.

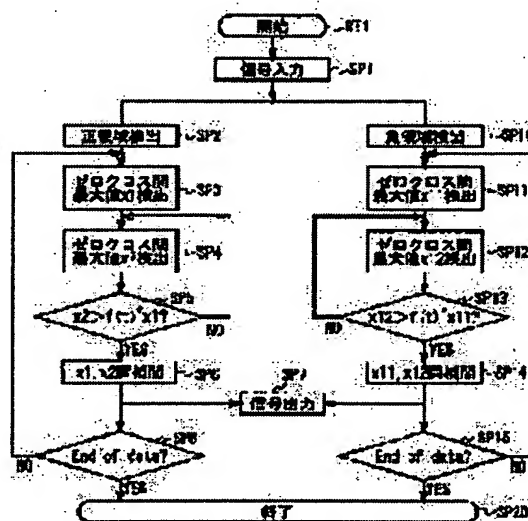


図6 包絡線抽出処理手順

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The digital-signal-processing approach characterized by to have the step which computes the envelope of the step which chooses the sampling point concerned as a maximum point within the section when the sampling point exists, and the signal by which digitization was carried out [above-mentioned] by interpolating between the maximum points by which selection was made [above-mentioned] for every above-mentioned predetermined section when the step which divides the digitized signal for every predetermined section, and the sampling point which serve as the maximum beyond a threshold for every above-mentioned predetermined section exist.

[Claim 2] The digital-signal-processing approach according to claim 1 characterized by being carried out for every between to the time amount location which serves as a zero level from the time amount location where the level of the signal by which digitization was carried out [above-mentioned] turns into a zero level at the above-mentioned step which makes selection after the time amount location used as the zero level concerned.

[Claim 3] The account of a top the above-mentioned threshold of the 2nd section of the above following the 1st section of the above about the 1st and 2nd sections which adjoin mutually among the divided sections It is expressed with $f(t)$ and x_1 by carrying out the multiplication of the maximum point x_1 within the section of the above 1st describing above to the value computed by $f(t) = p(t_2 - t_1)$, when t is made into a sampling-time location. The digital-signal-processing approach according to claim 1 characterized by being chosen as a maximum point describing above when larger than the result as which the above-mentioned maximum within the section of the above 2nd was expressed in the above-mentioned step which makes selection by above-mentioned carrying out multiplication.

[Claim 4] When smaller than the result as which the above-mentioned maximum within the section of the above 2nd was expressed in the above-mentioned step which makes selection by above-mentioned carrying out multiplication about the 1st and 2nd sections which adjoin above-mentioned each other, The above-mentioned threshold of the n -th section of the above when the n -th section after the section of the above 2nd is made applicable to sequential selection at, and follows the 1st section of the above about the above 1st and the n -th section of the above It is expressed with $f(t)$ and x_1 by carrying out the multiplication of the maximum point x_1 within the section of the above 1st describing above to the value computed by $f(t) = p(t_n - t_1)$, when t is made into a sampling-time location. The digital-signal-processing approach according to claim 3 characterized by continuing selection of the n -th section of the above until a larger value than the result as which the above-mentioned maximum within the section of Above n -th was expressed in the above-mentioned step which makes selection by above-mentioned carrying out multiplication is acquired.

[Claim 5] the step which computes the above-mentioned envelope -- many -- the digital-signal-processing approach according to claim 1 characterized by performing interpolation using degree function.

[Claim 6] When the sampling point which serves as a logging means which divides the digitized signal for every predetermined section with the maximum beyond a threshold for every above-

mentioned predetermined section exists A selection means to choose the sampling point concerned as a maximum point within the section when the sampling point exists, and by interpolating between the maximum points by which selection was made [above-mentioned] for every above-mentioned predetermined section Digital-signal-processing equipment characterized by having a calculation means to compute the envelope of the signal by which digitization was carried out [above-mentioned].

[Claim 7] The above-mentioned selection means is digital-signal-processing equipment according to claim 6 characterized by carrying out for every between to the time amount location which serves as a zero level from the time amount location where the level of the signal by which digitization was carried out [above-mentioned] turns into a zero level after the time amount location used as the zero level concerned.

[Claim 8] The account of a top the above-mentioned threshold of the 2nd section of the above following the 1st section of the above about the 1st and 2nd sections which adjoin mutually among the divided sections It is expressed with $f(t)$ and x_1 by carrying out the multiplication of the maximum point x_1 within the section of the above 1st describing above to the value computed by $f(t) = p(t_2 - t_1)$, when t is made into a sampling-time location. The above-mentioned selection means is digital-signal-processing equipment according to claim 6 characterized by choosing as a maximum point describing above when larger than the result as which the above-mentioned maximum within the section of the above 2nd was expressed by above-mentioned carrying out multiplication.

[Claim 9] When the above-mentioned selection means is smaller than the result as which the above-mentioned maximum within the section of the above 2nd was expressed by above-mentioned carrying out multiplication about the 1st and 2nd sections which adjoin above-mentioned each other, The above-mentioned threshold of the n -th section of the above when the n -th section after the section of the above 2nd considers as the candidate for sequential selection at, and follows the 1st section of the above about the above 1st and the n -th section of the above It is expressed with $f(t)$ and x_1 by carrying out the multiplication of the maximum point x_1 within the section of the above 1st describing above to the value computed by $f(t) = p(t_n - t_1)$, when t is made into a sampling-time location. The above-mentioned selection means is digital-signal-processing equipment according to claim 8 characterized by continuing selection of the n -th section of the above until a larger value than the result as which the above-mentioned maximum within the section of Above n -th was expressed by above-mentioned carrying out multiplication is acquired.

[Claim 10] the above-mentioned calculation means -- many -- the digital-signal-processing equipment according to claim 6 characterized by interpolating using degree function.

[Claim 11] When the sampling point which serves as a step which divides the digitized signal for every predetermined section with the maximum beyond a threshold for every above-mentioned predetermined section exists The step which chooses the sampling point concerned as a maximum point within the section when the sampling point exists, and by interpolating between the maximum points by which selection was made [above-mentioned] for every above-mentioned predetermined section The program storing medium which makes digital-signal-processing equipment perform the program containing the step which computes the envelope of the signal by which digitization was carried out [above-mentioned].

[Claim 12] The program storing medium according to claim 11 characterized by being carried out for every between to the time amount location which serves as a zero level from the time amount location where the level of the signal by which digitization was carried out [above-mentioned] turns into a zero level at the above-mentioned step which makes selection after the time amount location used as the zero level concerned.

[Claim 13] The account of a top the above-mentioned threshold of the 2nd section of the above following the 1st section of the above about the 1st and 2nd sections which adjoin mutually among the divided sections It is expressed with $f(t)$ and x_1 by carrying out the multiplication of the maximum point x_1 within the section of the above 1st describing above to the value computed by $f(t) = p(t_2 - t_1)$, when t is made into a sampling-time location. The program storing medium according to claim 11 characterized by being chosen as a maximum point describing

above when larger than the result as which the above-mentioned maximum within the section of the above 2nd was expressed in the above-mentioned step which makes selection by above-mentioned carrying out multiplication.

[Claim 14] When smaller than the result as which the above-mentioned maximum within the section of the above 2nd was expressed in the above-mentioned step which makes selection by above-mentioned carrying out multiplication about the 1st and 2nd sections which adjoin above-mentioned each other, The above-mentioned threshold of the n -th section of the above when the n -th section after the section of the above 2nd is made applicable to sequential selection at, and follows the 1st section of the above about the above 1st and the n -th section of the above. It is expressed with $f(t)$ and x_1 by carrying out the multiplication of the maximum point x_1 within the section of the above 1st describing above to the value computed by $f(t) = p(tn - t_1)$, when t is made into a sampling-time location. The program storing medium according to claim 13 characterized by continuing selection of the n -th section of the above until a larger value than the result as which the above-mentioned maximum within the section of Above n -th was expressed in the above-mentioned step which makes selection by above-mentioned carrying out multiplication is acquired.

[Claim 15] the step which computes the above-mentioned envelope — many — the program storing medium according to claim 11 characterized by performing interpolation using degree function.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is applied to a program storing medium at the digital-signal-processing approach and digital-signal-processing equipment list which compute the envelope of a digital sound signal, concerning a program storing medium, and is suitable for the digital-signal-processing approach and a digital-signal-processing equipment list.

[0002]

[Description of the Prior Art] How to compute an envelope is considered by detecting each peak value of the amplitude concerned to the field of each digital signal which has the polarity of the positive/negative inputted from the outside in the envelope detection approach of an input signal, and amending between each detected peak value concerned conventionally.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the envelope detection equipment of this configuration, when the digital signal inputted from the outside is for example, a digital sound signal, since boom hoisting of the amplitude is intense, the digital sound signal concerned will exist [much peak value in this case] compared with a digital video signal etc.

[0004] Thereby, envelope detection equipment will detect also except the peak value originally considered as a request. Therefore, envelope detection equipment had the problem of computing the envelope (drawing 13 : the envelope ENV3 of a positive region, and envelope ENV4 of a negative region) which was simply widely different, with the envelope (drawing 13 : the envelope ENV1 of a positive region, and envelope ENV2 of a negative region) which should be computed essentially, as shown in drawing 13 .

[0005] Moreover, although filtering from the outside with a low pass filter to the digital signal inputted as the envelope detection approach is also considered The problem that a burden is placed much more on data processing at the time of computing an envelope by the envelope detection equipment in this case, since a cut off frequency cannot be changed further, When delay arose, there was a problem of computing the envelope which an error produces compared with the envelope which should be computed essentially.

[0006] This invention was made in consideration of the above point, and tends to propose a program storing medium in the digital-signal-processing approach and digital-signal-processing equipment list which can aim at calculation of a highly precise envelope.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, it sets to this invention. When a break and the sampling point which serves as maximum beyond a threshold for every predetermined section exist for every predetermined section, the digitized signal Calculation of a highly precise envelope can be aimed at by computing the envelope of the signal digitized by interpolating between the maximum points which chose the sampling point concerned as a maximum point within the section when the sampling point exists, and were chosen for every predetermined section.

[0008]

[Embodiment of the Invention] About a drawing, the gestalt of 1 operation of this invention is

explained in full detail below.

[0009] In case the audio signal processor 10 raises the sampling rate of a digital audio signal (this is called audio data below) or audio data are interpolated in drawing 1, it is made as [generate / the audio data near a true value / class classification application processing].

[0010] Incidentally, the audio data in the gestalt of this operation are the music data showing human being's voice, the sound of a musical instrument, etc., and data which express other various sounds further.

[0011] That is, in the audio signal processor 10, the envelope calculation section 11 computes that envelope by the envelope calculation approach mentioned later about the wave of each divided time domain concerned, after dividing into the field (it carries out to every the case of the gestalt of this operation, 6 [for example,], samples) for every predetermined time the input audio data D10 shown in drawing 2 (A) supplied from the input terminal TIN.

[0012] The envelope calculation section 11 supplies the envelope calculation result of the time domain divided at this time of the input audio data D10 to the class classification section 14 as an envelope data point D11 (drawing 2 (B)) of the input audio data D10.

[0013] Moreover, by dividing into the same time domain as the case of the envelope calculation section 11, the cases, for example, six samples, of the gestalt of this operation, the input audio data D10 shown in drawing 2 (A) supplied from the input terminal TIN, the class classification section extract section 12 extracts the audio data point D12 which is going to carry out a class classification, and supplies this to the class classification section 14.

[0014] The class classification section 14 is ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) which compresses the envelope data point D11 concerned, and generates a compression data pattern about the envelope data point D11 corresponding to the audio data point D12 started in the class classification extract section 12. It has the circuit section and the class code generating circuit section which generates the class code to which the envelope data point D11 belongs.

[0015] The ADRC circuit section forms pattern compressed data by performing an operation which is compressed into 2 bits from 8 bits as opposed to the envelope data point D11. Since this ADRC circuit section can perform accommodative quantization and can express the local pattern of signal level efficiently by the short word length here, it is used for code generating of a class classification of a signal pattern.

[0016] When it is going to carry out the class classification of the six 8-bit data on an envelope wave (envelope data point), it must classify into a huge number 248 of classes, and, specifically, the burden on a circuit increases. So, in the class classification section 14 of the gestalt of this operation, a class classification is performed based on the pattern compressed data generated in the ADRC circuit section prepared in that interior. For example, if 1-bit quantization is performed to six envelope data points, six envelope data points can be expressed with 6 bits, and it can classify into $2^6 = 64$ class.

[0017] Here, the ADRC circuit section is a degree type and [0018], when the data level of m and each envelope data point is set to L and a quantization code is set [the dynamic range of the envelope in the started field] to Q for this [DR and / bit rate].

[Equation 1]

$$DR = MAX - MIN + 1$$

$$Q = \{ (L - MIN + 0.5) \times 2^m / DR \} \dots\dots (1)$$

[0019] It is alike, and it follows and quantizes by dividing equally by the bit length which had between the maximum MAX in a field, and the minimum values MIN specified. In addition, in (1) type, { } means the cut-off processing below decimal point. Supposing six data points on the envelope computed in the envelope calculation section 1 in this way consist of 8 bits (m= 8), for example, respectively, as for these, each will be compressed into 2 bits in the ADRC circuit section.

[0020] Thus, if the compressed envelope data point is set to qn (n=1-6), respectively, the class code generating circuit section prepared in the class classification section 14 is the compressed

envelope data point q_n . It is based and is a degree type and [0021].

[Equation 2]

$$\text{class} = \sum_{i=1}^n q_i (2^P)^i \quad \dots\dots (2)$$

[0022] Class code class which shows the class to which the block ($q_1 - q_6$) belongs by being alike and performing the shown operation It computes and is the computed class code class concerned. The class code data D14 which express are supplied to the prediction coefficient memory 15. This class code class The read-out address at the time of reading a prediction coefficient from the prediction coefficient memory 15 is shown. Incidentally it is the envelope data point q_n into which n was compressed in (2) types. A number is expressed and, in the case of the gestalt of this operation, it is $n=6$, and P expresses bit assignment and, in the case of the gestalt of this operation, is $P=2$.

[0023] Thus, the class classification section 14 generates the class code data D14 of the envelope data point D11 corresponding to the audio data point D12 started from the input audio data D10 in the class classification section extract section 12, and supplies this to the prediction coefficient memory 15.

[0024] Set $W_1 - W_n$ of the prediction coefficient which the set of the prediction coefficient corresponding to each class code is memorized to the address corresponding to a class code by the prediction coefficient memory 15, respectively, and is memorized to the address corresponding to the class code concerned based on the class code data D14 supplied from the class classification section 14 It is read and the prediction operation part 16 is supplied.

[0025] The prediction operation part 16 is the audio data point (prediction tap) D13 ($X_1 - X_n$) which was started in the time-axis field from the input audio data D10 in the prediction operation part extract section 13 and which is going to carry out a prediction operation, and prediction coefficient $W_1 - W_n$. It receives and is a degree type [0026].

[Equation 3]

$$y' = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots\dots + w_n x_n \quad \dots\dots (3)$$

[0027] Prediction result y' is obtained by being alike and performing the shown sum-of-products operation. This forecast y' is outputted from the prediction operation part 16 as audio data D16 (drawing 2 (C)) with which tone quality has been improved.

[0028] In addition, although functional block mentioned above about drawing 1 as a configuration of the audio signal processor 10 was shown, the equipment of a computer configuration shown in drawing 3 in the gestalt of this operation as a concrete configuration which constitutes this functional block is used. In drawing 3 namely, the audio signal processor 10 It has RAM (Random Access Memory)15 which constitutes CPU21, ROM (Read Only Memory)22, and the prediction coefficient memory 15 through Bus BUS, and the configuration to which each circuit section was connected, respectively. By performing the various programs stored in ROM22, CPU11 It is made as [operate / as each functional block (the envelope calculation section 11, the Clough classification section extract section 12, the prediction operation part extract section 13, the class classification section 14, and prediction operation part 16) mentioned above about drawing 1].

[0029] Moreover, it has the removable drive 28 which reads information from external storage, such as the communication link interface 24 and floppy disk which communicate between networks, and a magneto-optic disk, to the audio signal processor 10, each program for performing class classification application processing mentioned above about drawing 1 can be read into the hard disk of a hard disk drive unit 25 from a network course or external storage, and class classification adaptation processing can also be carried out according to the read program concerned.

[0030] A user performs class classification processing mentioned above about drawing 1 to CPU21 by inputting various commands through the input means 26, such as a keyboard and a mouse. In this case, after the audio signal processor 10 inputs the audio data (input audio data) D10 which are going to raise tone quality through the I/O section 27 and performs class

classification application processing to the input audio data D10 concerned, it is made as [output / through the I/O section 27 / the audio data D16 whose tone quality improved / outside].

[0031] Incidentally, drawing 4 shows the procedure of the class classification adaptation processing in the audio signal processor 10, and if the audio signal processor 10 goes into the procedure concerned from a step SP 101, it will compute the envelope of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11 in the continuing step SP 102.

[0032] This computed envelope expresses the description of the input audio data D10, and the audio signal processor 10 moves to a step SP 103, and classifies a class according to the class classification section 14 based on an envelope. And the audio signal processor 10 reads a prediction coefficient from the prediction coefficient memory 15 using the class code obtained as a result of the class classification. This prediction coefficient corresponds for every class by study beforehand, and is stored, and the audio signal processor 10 can use the prediction coefficient corresponding to the description of the envelope at this time by reading the prediction coefficient corresponding to a class code.

[0033] The prediction coefficient read from the prediction coefficient memory 15 is used for the prediction operation of the prediction operation part 16 in a step SP 104. Thereby, the input audio data D10 are changed into the audio data D16 considered as a request by the prediction operation which was adapted for the description of the envelope. In this way, the input audio data D10 are changed into the audio data D16 with which the tone quality has been improved, and the audio signal processor 10 moves to a step SP 105, and ends the procedure concerned.

[0034] Next, the calculation approach of the envelope of the input audio data D10 in the envelope calculation section 11 of the audio signal processor 10 is explained.

[0035] That is, as shown in drawing 5, if the envelope calculation section 11 (drawing 1) goes into the envelope calculation procedure RT 1, it will input the input audio data D10 with the polarity of the positive/negative inputted from the outside in a step SP 1 through the communication link interface 27, and it will move from it to continuing steps SP2 and SP10.

[0036] In a step SP 2, as shown in drawing 6, the envelope calculation section 11 detects and holds only the signal component of a positive region AR 1 among the input audio data D10 with the polarity of the positive/negative inputted from the outside, and makes a zero level the signal component of a negative region AR 2, and it moves from it to a step SP 3.

[0037] The sound pressure level of the signal (input audio data D10) by which the zero level was digitized expresses the zero level, i.e., a silent part, here.

[0038] In a step SP 3 the envelope calculation section 11 Up to the sampling-time location DO 2 where the amplitude laps with a zero level at the degree from the sampling-time location DO 1 where the amplitude of the input audio data D10 of a positive region AR 1 laps with a zero level as shown in drawing 7 (This is hereafter called between zero crosses) The maximum x1 of the amplitude in CR1 is detected, and the maximum x1 concerned judges whether it is a value higher than the threshold beforehand set up by the envelope detection program.

[0039] It is the predetermined value which determines whether the threshold beforehand set up by the envelope detection program incidentally makes maximum x1 of the amplitude between zero crosses the candidate value (sampling point) of an envelope, and is set as the value which can detect an envelope smooth as a result, and when the maximum x1 of the amplitude between [CR / 1] zero crosses which is a candidate for decision at this time turns into a value higher than the threshold concerned, it moves to a step SP 4. Moreover, when the maximum of the amplitude between the zero crosses which are the candidates for decision at this time turns into a value lower than a threshold, the envelope calculation section 11 is continued until it detects between [CR / 1] the zero crosses in which the maximum x1 (candidate value (sampling point)) used as a value higher than the threshold concerned exists.

[0040] In a step SP 4, the envelope calculation section 11 detects maximum x2 between [CR / 2] zero crosses of the degree between [CR / 1] the zero crosses in which the maximum x1 made into the candidate value (sample ring point) exists (drawing 7), and it moves from it to a step SP 5.

[0041] In a step SP 5, the envelope calculation section 11 judges whether it is a value with the

value higher than the maximum x_2 concerned which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_2 - t_1)$ to each maximum x_1 and x_2 which were obtained in steps SP3 and SP4 by maximum x_1 .

[0042] Incidentally, it is function $f(t)$. It sets. " t_2 " and " t_1 " The sampling-time location where each maximum x_1 and x_2 were detected is expressed. For example, the signal (input audio data D10) inputted at this time is the sampling frequency of 8kHz, and 16 bits of quantization. Since the measurement size between zero crosses serves as five to 20 sample in many cases when it assumes, Also in " t_2 " and " t_1 ", it becomes 5 - 20 sample. Moreover, for " p ", the signal (input audio data D10) which is the parameter which can be set as arbitration, for example, is inputted at this time is the sampling frequency of 8kHz, and 16 bits of quantization. It is referred to as $p = -90$ etc. when it assumes.

[0043] The value which multiplied the value furthermore expressed with function $f(t) = p(t_2 - t_1)$ by maximum x_1 When the value of maximum x_2 is larger than the value which multiplied the value which is made as [express / the inclination between maximum x_1 and x_2], and is expressed with the function $f(t) = p(t_2 - t_1)$ concerned by maximum x_1 It can detect an envelope smooth as a result that there are few amplitude differences of maximum x_1 and maximum x_2 . Therefore, when maximum x_2 which is a candidate for decision at this time serves as a value higher than the value which multiplied the value expressed by the function concerned by maximum x_1 , an affirmation result is obtained in a step SP 5, and it moves to the continuing step SP 6.

[0044] on the other hand, when maximum x_2 serves as a value lower than the value which multiplied the value expressed by the function concerned by maximum x_1 It is made as [detect / until maximum x_2 (drawing 7) which is a value higher than the value which multiplied the value expressed by the function by maximum x_1 in a step SP 4 is detected / maximum x_2 (drawing 7) of the amplitude between zero crosses (CR3 ... CRn)]. As opposed to maximum x_2 which detected again and was obtained at this time, and the maximum x_1 obtained in a step SP 3 Detection of maximum x_2 is repeated until the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_2 - t_1)$ by maximum x_1 is judged to be a value higher than maximum x_2 which detected again and was obtained.

[0045] In a step SP 6, the envelope calculation section 11 performs interpolation processing using the linearity linear interpolation approach to the data between the maximum x_1 made into the candidate value (sampling point) of an envelope, and maximum x_2 , and it moves from it to continuing steps SP7 and SP8.

[0046] In a step SP 7, the envelope calculation section 11 is outputted to the class classification section 14 (drawing 1) by using as the envelope data D11 (drawing 1) the data and the candidate value (sampling point) between the maximum x_1 which performed interpolation processing, and maximum x_2 .

[0047] Moreover, in a step SP 8, the envelope calculation section 11 judges whether the input audio data D10 inputted from the outside were inputted altogether. If a negative result is obtained here, this means the input audio data D10 continuing and being inputted, and at this time, the envelope calculation section 11 will return to a step SP 3, and will detect again the maximum x_1 of the amplitude between [CR / 1] zero crosses from the positive region AR 1 of the input audio data D10.

[0048] On the other hand, if an affirmation result is obtained in a step SP 8, it means that this finished inputting the input audio data D10 altogether, and at this time, it will move to a step SP 20 and the envelope calculation section 11 will end the envelope calculation procedure RT 1.

[0049] On the other hand, in a step SP 10, the envelope calculation section 11 detects and holds only the signal component of a negative region AR 2 (drawing 6) among the input audio data D10 with the polarity of the positive/negative inputted from the outside, and makes a zero level the signal component of a positive region AR 1 (drawing 6), and it moves from it to a step SP 11.

[0050] In a step SP 11, it judges whether the envelope calculation section 11 is a value higher than the threshold to which the maximum x_{11} of the amplitude between [of a negative region AR 2 / CR / 11] zero crosses is detected, and maximum x_{11} is beforehand set by the envelope detection program like a step SP 3 in the negative direction, as shown in drawing 8 . When an affirmation result is obtained here (that is, it is a value higher than a threshold in the

negative direction), it moves to a step SP 12, and when a negative result is obtained (that is, it is a value lower than a threshold in the negative direction), detection processing of a step SP 11 is continued until the maximum y11 used as the value higher than a threshold in the negative direction is detected.

[0051] In a step SP 12, the envelope calculation section 11 detects maximum x12 of the amplitude of CR'2 between the zero crosses next to CR'1 between the zero crosses in which the maximum x11 made into the candidate value (sampling point) is contained (drawing 8), and it moves from it to a step SP 13.

[0052] In a step SP 13, the envelope calculation section 11 judges whether it is a value to a negative direction with the value higher than maximum x12 which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ to each maximums x11 and x12 obtained in steps SP11 and SP12 like a step SP 5 by maximum x11. Incidentally, for "p", the input audio data D10 which are the parameter which can be set as arbitration, for example, are inputted at this time are the sampling frequency of 8kHz, and 16 bits of quantization. It is referred to as p= 90 etc. when it assumes.

[0053] As for the envelope calculation section 11, the affirmation result was obtained in a step SP 13 (). that is, it is a value to a negative direction with the value higher than maximum x12 which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ by maximum x11 — to a case When it moves to a step SP 14 and a negative result is obtained (that is, the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ by maximum x11 is a value lower than maximum x12 to a negative direction) In a step SP 12 The maximum x12 (drawing 8) of the amplitude between zero crosses (CR'3 ... CR'n) is detected until the maximum x12 (drawing 8) which is a value higher than the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_{12} - t_{11})$ by maximum x11 to a negative direction is detected.

[0054] In a step SP 14, the envelope calculation section 11 performs interpolation processing using the linearity linear interpolation approach to the data between the maximum x11 made into the candidate value (sampling point) of an envelope, and maximum x12, and it moves from it to continuing steps SP7 and SP15.

[0055] In a step SP 7, the envelope calculation section 11 is outputted to the class classification section 14 (drawing 1) by using as the envelope data D11 (drawing 1) the data and the candidate value (sampling point) between the maximum x11 which performed interpolation processing, and maximum x12.

[0056] Moreover, in a step SP 15, the envelope calculation section 11 judges whether the input audio data D10 inputted from the outside were inputted altogether. If a negative result is obtained here, this means the input audio data D10 continuing and being inputted, and at this time, the envelope calculation section 11 will return to a step SP 11, and will detect again the maximum x11 of the amplitude between zero crosses from the negative region AR 2 of the input audio data D10.

[0057] On the other hand, if an affirmation result is obtained in a step SP 15, it means that this finished inputting the input audio data D10 altogether, and at this time, it will move to a step SP 20 and the envelope calculation section 11 will end the envelope calculation procedure RT 1.

[0058] Thus, the envelope calculation section 11 can compute as a result the envelope data (data between a candidate value (sampling point) and the candidate value who performed interpolation processing) which may make the smooth envelope ENV5 as shown in drawing 9 in a positive region AR 1, and the smooth envelope ENV6 as shown in drawing 10 in a negative region AR 2 generate on real time with an easy envelope calculation algorithm.

[0059] Next, the study circuit for obtaining beforehand the set of the prediction coefficient for every class memorized to the prediction coefficient memory 15 mentioned above about drawing 1 by study is explained.

[0060] In drawing 11 , the study circuit 30 receives the teacher audio data D30 of the quality of loud sound in the student signal generation filter 37. The student signal generation filter 37 is made as [lengthen / the teacher audio data D30 / for every predetermined time / at the rate of infanticide set up by the rate setting signal D39 of infanticide / between predetermined

samples].

[0061] In this case, the prediction coefficient generated changes with rates of infanticide in the student signal generation filter 37, and the audio data reproduced with the above-mentioned audio signal processor 10 according to this also differ. For example, when it is going to improve the tone quality of audio data by making a sampling frequency high in the above-mentioned audio signal processor 10, infanticide processing which reduces a sampling frequency is performed with the student signal generation filter 37. Moreover, when aiming at improvement in tone quality by compensating the data sample which lacked the input audio data D10 in the above-mentioned audio signal processor 10 to this, according to this, it is made as [perform / infanticide processing made to lack a data sample] with the student signal generation filter 37.

[0062] In this way, the student signal generation filter 37 generates the student audio data D37 by predetermined infanticide processing from the teacher audio data 30, and supplies this to the envelope calculation section 31, the class classification section extract section 32, and the prediction operation part extract section 33, respectively.

[0063] The envelope calculation section 31 computes that envelope about the wave of each divided time domain concerned by the envelope calculation approach mentioned above about drawing 5, after dividing into the field (it carries out to every the case of the gestalt of this operation, 6 [for example,], samples) for every predetermined time the student audio data D37 supplied from the student signal generation filter 37.

[0064] The envelope calculation section 31 supplies the envelope calculation result of the time domain divided at this time of the student audio data D37 to the class classification section 34 as an envelope data point D31 of the student audio data D37.

[0065] Moreover, by dividing into the same time domain as the case of the envelope calculation section 31, the cases, for example, six samples, of the gestalt of this operation, the student audio data D37 supplied from the student signal generation filter 37, the class classification section extract section 32 extracts the audio data point D32 which is going to carry out a class classification, and supplies this to the class classification section 34.

[0066] The class classification section 34 is ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) which compresses the envelope data point D31 concerned, and generates a compression data pattern about the envelope data point D31 corresponding to the audio data point D32 started in the class classification extract section 32. It has the circuit section and the class code generating circuit section which generates the class code to which the envelope data point D31 belongs.

[0067] The ADRC circuit section forms pattern compressed data by performing an operation which is compressed into 2 bits from 8 bits as opposed to the envelope data point D31. Since this ADRC circuit section can perform accommodative quantization and can express the local pattern of signal level efficiently by the short word length here, it is used for code generating of a class classification of a signal pattern.

[0068] When it is going to carry out the class classification of the six 8-bit data on an envelope wave (envelope data point), it must classify into a huge number 248 of classes, and, specifically, the burden on a circuit increases. So, in the class classification section 34 of the gestalt of this operation, a class classification is performed based on the pattern compressed data generated in the ADRC circuit section prepared in that interior. For example, if 1-bit quantization is performed to six envelope data points, six envelope data points can be expressed with 6 bits, and it can classify into $2^6 = 64$ class.

[0069] Here, the ADRC circuit section sets [the dynamic range of the envelope in the started field] a quantization code to Q for this [DR and / bit rate], setting the data level of m and each envelope data point as L, and quantizes by dividing equally by the bit length which had between the maximum MAX in a field, and the minimum values MIN specified by the same operation as above-mentioned (1) type. Supposing six data points on the envelope computed in the envelope calculation section 1 in this way consist of 8 bits (m= 8), for example, respectively, as for these, each will be compressed into 2 bits in the ADRC circuit section.

[0070] If the compressed envelope data point is set to qn (n=1-6), respectively, thus, the class code generating circuit section prepared in the class classification section 34 Compressed envelope data point qn By being based and performing the same operation as above-mentioned

(2) types The class code class which shows the class to which the block (q1 -q6) belongs is computed, and it is the computed class code class concerned. The class code data D34 which express are supplied to the prediction coefficient calculation section 36. Incidentally it is the envelope data point.qn into which n was compressed in (2) types. A number is expressed and, in the case of the gestalt of this operation, it is n= 6, and P expresses bit assignment and, in the case of the gestalt of this operation, is P= 2.

[0071] Thus, the class classification section 34 generates the class code data D34 of the envelope data point D31 corresponding to the audio data point D32 started in the class classification section extract section 32, and supplies this to the prediction coefficient calculation section 36. Moreover, the audio data point D33 (x1, x2, ..., xn) of the time-axis field corresponding to the class code data D34 is started and supplied to the prediction coefficient calculation section 36 in the prediction operation part extract section 33.

[0072] the class code class and each class code class to which the prediction coefficient calculation section 36 was supplied from the class classification section 34 every -- a normal equation is stood using the started audio data point D33 and the teacher audio data D30 of the quality of loud sound supplied from the input edge TIN.

[0073] namely, the level of n sample of the student audio data D37 -- respectively -- x1, x2, ..., xn ***** -- the quantization data of the result of having been alike, respectively and having performed p-bit ADRC -- q1, ..., qn ** -- it carries out. At this time, the class code class of this field is defined like above-mentioned (2) types. And they are x1, x2, ..., xn about the level of the student audio data D37 as mentioned above, respectively. When it carries out and level of the teacher audio data D30 of the quality of loud sound is set to y, they are prediction coefficients w1, w2, ..., wn for every class code. The linearity presumption type of n tap to depend is set up. It is this A degree type and [0074]

[Equation 4]

$$y = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad \dots (4)$$

[0075] It carries out. Before study, it is Wn. It is an undetermined coefficient.

[0076] In the study circuit 30, it learns to two or more audio data for every class code. When a data measurement size is M, above-mentioned (4) types are followed, and it is a degree type and [0077].

[Equation 5]

$$y_k = w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn} \quad \dots (5)$$

[0078] It ***** however, k= -- 1, 2, and it is M.

[0079] In M>n, they are a prediction coefficient w1 andwn. Since it is not decided uniquely, it is the element of the error vector e A degree type and [0080]

[Equation 6]

$$e_k = y_k - \{w_1 x_{k1} + w_2 x_{k2} + \dots + w_n x_{kn}\} \quad \dots (6)$$

[0081] It is defined as alike (however, k= 1, 2, ..., M), and is a degree type and [0082].

[Equation 7]

$$e^2 = \sum_{k=0}^M e^2_k \quad \dots (7)$$

[0083] It asks for the prediction coefficient made into min. It is a solution method by the so-called least square method.

[0084] wn according to (7) types here It asks for a partial differential coefficient. In this case, a degree type, [0085]

[Equation 8]

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^M 2 \left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=0}^M 2 x_{ki} \cdot e_k$$

$$= \sum_{k=0}^M 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad \dots\dots (8)$$

[0086] What is necessary is just to calculate each W_n ($n=1-6$) so that it may be made "0."

[0087] And a degree type, [0088]

[Equation 9]

$$X_{ij} = \sum_{p=0}^M x_{pi} \cdot x_{pj} \quad \dots\dots (9)$$

[0089]

[Equation 10]

$$Y_i = \sum_{k=0}^M x_{ki} \cdot y_k \quad \dots\dots (10)$$

[0090] ** -- like -- X_{ij} and Y_i if a definition is given -- (8) types -- a matrix -- using -- a degree type and [0091]

[Equation 11]

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots\dots\dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots\dots\dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots\dots\dots & X_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \dots\dots (11)$$

[0092] It is expressed by carrying out.

[0093] Generally this equation is called the normal equation. In addition, it is $n=6$ here.

[0094] the prediction coefficient calculation section 36 after the input of all the data for study (the teacher audio data D30, the class code class, and audio data point D33) is completed -- each class code class the normal equation having shown in above-mentioned (11) equations -- standing -- this normal equation -- sweeping out -- general matrix solution methods, such as law, -- using -- every -- W_n ***** -- it solves and a prediction coefficient is computed for every class code. The prediction coefficient calculation section 36 writes each computed prediction coefficient (D36) in the prediction coefficient memory 15.

[0095] As a result of performing such study, in the prediction coefficient memory 15, they are the quantization data q_1, \dots, q_6 . The prediction coefficient for presuming the audio data y of the quality of loud sound is stored for every class code for every pattern specified. This prediction coefficient memory 15 is used in the audio signal processor 10 mentioned above about drawing 1. By this processing, study of the prediction coefficient for creating the audio data of the quality of loud sound from the usual audio data according to a linearity presumption type is completed.

[0096] Thus, the study circuit 30 can generate the prediction coefficient for the interpolation processing in the audio signal processor 10 in consideration of extent which performs interpolation processing in the audio signal processor 10 by performing infanticide processing of the teacher audio data of the quality of loud sound with the student signal generation filter 37.

[0097] In the above configuration, the envelope calculation section 11 detects the maximum (sampling point: x_1, x_{11}) used as the value higher than a threshold among the maximums of the amplitude in the input digital signal (input audio data D10) which divided the input digital signal (input audio data D10) into every predetermined spacing (between zero crosses) at every break and predetermined interval (between zero crosses) concerned.

[0098] Moreover, the envelope calculation section 11 is made as [detect / from between the zero crosses of henceforth while / zero cross / the detected maximum x1 (x11) is contained / maximum x2 (x12)]. Maximum x2 (x12) detected at this time serves as a value higher than the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_2 - t_1) (f(t) = p(t_2 - t_1))$ by maximum x1 (x11).

[0099] Thus, while the envelope calculation section 11 makes a sampling point maximum x1 (x11) used as a value higher than a threshold By making into a sampling point maximum x2 (x12) used as a value higher than the value which multiplied the value computed by the function expressed with $f(t) = p(t_2 - t_1) (f(t) = p(t_2 - t_1))$ by maximum x1 (x11) The maximum between the zero crosses which are not needed when generating a smooth envelope (namely, maximum with the small amplitude) will be excepted and detected, and it outputs outside (class classification section 14) by making this into envelope data.

[0100] Furthermore, the envelope calculation section 11 is made as [perform / to the data between the sampling point x1 (x11) needed when generating the smooth envelope detected at this time, and x2 (x12) / interpolation processing]. It outputs outside (class classification section 14) by using as envelope data the data between the sampling point x1 (x11) generated by performing the interpolation processing concerned, and x2 (x12).

[0101] Thus, with an easy envelope calculation algorithm, when the digital signal inputted is an intense signal of change of the amplitude, the envelope calculation section 11 can be outputted to real time by using as envelope data each data (data between a candidate value (sampling point) and the candidate value who performed interpolation processing) which may make a highly precise envelope generate, and can aim at calculation of a highly precise envelope in this way.

[0102] While excepting and detecting the maximum between the zero crosses which are not needed when generating a smooth envelope (namely, maximum with the small amplitude) according to the above configuration, calculation of a highly precise envelope can be aimed at by having been made to perform interpolation processing to the data between the detected maximums concerned.

[0103] In addition, when the detected maximum x1 between [CR / 1] zero crosses and maximum x2 between [CR / 2] zero crosses after between [CR / 1] zero crosses are detected in the gestalt of above-mentioned operation () Namely, although the case where interpolation processing was performed using the linearity linear interpolation approach to the data of maximum x1 and x2 volume was described when two sampling points were detected This invention may be made to perform interpolation processing to the data between each detected sampling point concerned, after detecting each maximum between each zero crosses of not only this but all the inputted digital signals (sampling point).

[0104] In this case, the predetermined maintenance memory which makes each candidate values (sampling point) of all the inputted digital signals memorize is prepared in envelope calculation circles, or a maintenance memory area is established in the hard disk drive in an audio signal processor. Thereby, the envelope calculation section can perform interpolation processing using the approach using many dimension functions, such as for example, not only the linearity linear interpolation approach but the Lagrange interpolation approach, and the spline interpolation approach, by reading each candidate value (sampling point) memorized by the maintenance memory (hard disk drive) concerned, after detecting each candidate values (sampling point) of all the inputted digital signals.

[0105] That is, in drawing 12 which attaches and shows the same sign to a corresponding point with drawing 5, the envelope calculation section memorizes each candidate value (sampling point: x1, x2) detected from the signal component of a positive region AR 1 (drawing 3) at steps SP3 and SP5 in predetermined maintenance memory at a step SP 21, and it moves from it to a step SP 22.

[0106] If the digital signal into which the envelope calculation section was inputted judges whether it is an end and a negative result is obtained in a step SP 22 here, again, the envelope calculation section 11 returns to a step SP 3, will detect each candidate value (sampling point) of the digital signal inputted, and will repeat the processing which makes predetermined maintenance memory memorize this at a step SP 21.

[0107] If an affirmation result is obtained in a step SP 22, by reading each (step SP 21) candidate value (sampling point) memorized in maintenance memory, by performing interpolation processing using the linearity linear interpolation approach or the approach using many dimension functions, the envelope calculation section will detect an envelope and it will move from it to the continuing step SP 27 in a step SP 23.

[0108] On the other hand, the envelope calculation section memorizes each candidate value (sampling point: x_{11} , x_{12}) detected from the signal component of a negative region AR 2 (drawing 3) at steps SP11 and SP12 in predetermined maintenance memory at a step SP 24, and it moves from it to a step SP 25.

[0109] If the digital signal into which the envelope calculation section was inputted judges whether it is an end and a negative result is obtained in a step SP 25 here, again, the envelope calculation section returns to a step SP 11, will detect each candidate value (sampling point) of the signal (digital sound signal) inputted, and will repeat the processing which makes predetermined maintenance memory memorize this at a step SP 24.

[0110] If an affirmation result is obtained in a step SP 25, by reading each (step SP 24) candidate value (sampling point) memorized in maintenance memory, by performing interpolation processing using the linearity linear interpolation approach or the approach using many dimension functions, the envelope calculation section will detect an envelope and it will move from it to the continuing step SP 27 in a step SP 26.

[0111] a step SP 27 -- setting -- the envelope calculation section -- positive/negative -- the smooth envelope each detected is outputted outside, it moves from it to the continuing step SP 28, and the envelope detection procedure RT 1 is ended.

[0112] It is made like. thus, the predetermined maintenance memory which makes each candidate value (sampling point) memorize is prepared in envelope calculation circles (or a maintenance memory area is established in the hard disk drive in an audio signal processor) -- If it is made to perform interpolation processing to the data between each detected maximum (sampling point) after detecting each maximum made into a sample ring point from each maximum between each zero crosses of all the inputted digital signals Interpolation processing can be performed using the approach using many dimension functions, such as for example, not only the linearity linear interpolation approach but the Lagrange interpolation approach, and the spline interpolation approach, and high interpolation processing of precision can be performed in this way much more.

[0113] Moreover, although the case where interpolation processing was performed using the linearity linear interpolation approach was described in the gestalt of above-mentioned operation This invention makes sample data not only this but various candidate values (sampling point) beforehand. Predetermined maintenance memory is made to memorize and it may be made to perform interpolation processing by approaches using many dimension functions, such as the Lagrange's interpolation approach and the spline interpolation approach, based on the sample data concerned made to memorize.

[0114] In this case, the predetermined maintenance memory beforehand memorized considering various candidate values (sampling point) as sample data is prepared in envelope calculation circles, or a maintenance memory area is established in the hard disk drive in an audio signal processor. Thereby, in the step SP 6 mentioned above by drawing 5 , or a step SP 14, the envelope calculation section can read the various sample data memorized by maintenance memory, and can perform interpolation processing using the approach using many dimension functions by the read various sample data concerned, and the maximum x_1 and x_2 which are a candidate value at this time (sampling point).

[0115] Thus, if it is made like, interpolation processing can be performed by the approach using many dimension functions of forming the predetermined maintenance memory beforehand memorized considering various candidate values (sampling point) as sample data in envelope calculation circles (or a maintenance memory area being established in the hard disk drive in an audio signal processor), and high interpolation processing of precision can be performed in this way much more.

[0116] Furthermore, although the case where an envelope was detected from input audio data

(digital sound signal) in the gestalt of above-mentioned operation was described, in case this invention detects an envelope from other various digital signals, such as detecting an envelope from for example, not only this but a digital video signal, and the spectrum detected by spectrum diffusion, it can apply this invention.

[0117] Although the case where the envelope calculation section 11 was formed in the audio signal processor 10 was furthermore described in the gestalt of above-mentioned operation, you may make it this invention prepare an envelope detecting element in equipments, such as not only this but a personal computer. It can apply to the various digital-signal-processing equipments using the process (that is, an envelope is computed) which computes a global change in short.

[0118] Furthermore, in the gestalt of above-mentioned operation, although the case where the envelope calculation section 11 performed envelope calculation procedure by the program was described This invention realizes these functions not only by this but by the hardware configuration. Prepare in various digital-signal-processing equipments, or Or these programs are loaded to various digital signal equipments from the program storing media (a floppy disk, optical disk, etc.) which stored the program which realizes each function, and it may be made to realize each function part.

[0119]

[Effect of the Invention] When a break and the sampling point which serves as maximum beyond a threshold for every predetermined section exist the digitized signal for every predetermined section as mentioned above according to this invention, calculation of a highly precise envelope can be aimed at by computing the envelope of the signal digitized by interpolating between the maximum points which chose the sampling point concerned as a maximum point within the section when the sampling point exists, and were chosen for every predetermined section.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of an audio signal processor.

[Drawing 2] It is the signal waveform diagram with which explanation of the class classification adaptation processing using an envelope is presented.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the configuration of an audio signal processor.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows class classification adaptation procedure.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the envelope calculation procedure by this invention.

[Drawing 6] It is the abbreviation diagram showing the example of input data.

[Drawing 7] It is the abbreviation diagram with which explanation of the candidate value detection in a positive region is presented.

[Drawing 8] It is the abbreviation diagram with which explanation of the candidate value detection in a negative region is presented.

[Drawing 9] It is the abbreviation diagram showing the example of an envelope generated as a result in a positive region.

[Drawing 10] It is the abbreviation diagram showing the example of an envelope detected as a result in a negative region.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the configuration of a study circuit.

[Drawing 12] It is the flow chart which shows the envelope calculation procedure by the gestalt of other operations.

[Drawing 13] It is the abbreviation diagram showing the example of envelope calculation by conventional envelope calculation equipment.

[Description of Notations]

10 [.. ROM, 24 / .. A communication link interface, 25 / .. A hard disk drive, 26 / .. An input means, 27 / .. The data I/O section 28 / .. Removable drive] An audio signal processor, 15 .. RAM, 21 .. CPU, 22

[Translation done.]